

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11279657 A

(43) Date of publication of application: 12.10.99

BEST AVAILABLE COPY

(51) Int. Cl

C21D 9/48

B21B 3/00

// C22C 38/00

C22C 38/14

C22C 38/16

(21) Application number: 10098200

(71) Applicant: NIPPON STEEL CORP

(22) Date of filing: 27.03.98

(72) Inventor: TANAHASHI HIROYUKI  
SENUMA TAKEHIDE

(54) PRODUCTION OF HOT ROLLED STEEL SHEET  
FOR DEEP DRAWING EXCELLENT IN  
UNIFORMITY OF SHEET THICKNESS

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a steel sheet uniform in the sheet thickness and having high ( $r$ ) value with high productivity at a low cost by subjecting a steel slab having a specified compsn. composed of C, Si, Mn, P, S, Al, N, Ti, Nb and Fe to specified lubricating hot rolling with a specified work roll and thereafter executing recrystallizing treatment.

SOLUTION: Te slab of a steel having a compsn. contg. one more kinds among, by mass,  $\leq 0.01\%$  C,  $\leq 2.0\%$  Si,  $\leq 3.0\%$  Mn,  $\leq 0.2\%$  P,  $\leq 0.05\%$  S, 0.005 to 0.1%

Al,  $\leq 0.01\%$  N, 0.001 to 0.2% Ti and 0.001 to 0.2% Nb, furthermore contg. 0.0001 to 0.005% B and moreover contg. 0.01 to 1.5% Cu is hot-rolled. At this time, in at least one pass of the finish rolling, rolling is executed at less than the  $Ar_3$  transformation point at a draft of  $\geq 50\%$  while lubricating oil of  $<450 \text{ mm}^2/\text{s}$   $40^\circ\text{C}$  viscosity is fed at 0.2 to 10 ml/ $\text{m}^2$  water injection with a work roll having  $\geq 0.05 \mu\text{m}$  center line average roughness Ra. This hot rolled sheet is subjected to recrystallizing treatment in a coiling stage or an annealing stage to obtain a hot rolled steel sheet for deep drawing excellent in the uniformity of the sheet thickness.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-279657

(43)公開日 平成11年(1999)10月12日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
C 21 D 9/48  
B 21 B 3/00  
// C 22 C 38/00 301  
38/14  
38/16

識別記号

F I  
C 21 D 9/48 S  
B 21 B 3/00 A  
C 22 C 38/00 301 W  
38/14  
38/16

審査請求 未請求 請求項の数4 FD (全6頁)

(21)出願番号 特願平10-98200

(22)出願日 平成10年(1998)3月27日

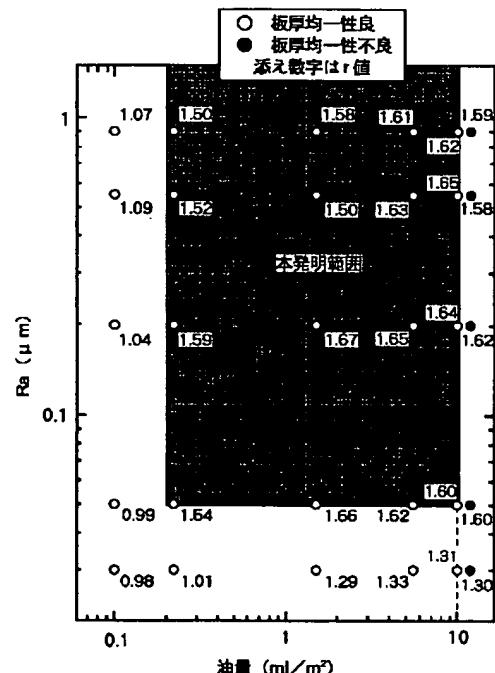
(71)出願人 000006655  
新日本製鐵株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号  
(72)発明者 棚橋 浩之  
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内  
(72)発明者 濱沼 武秀  
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内  
(74)代理人 弁理士 田中 久喬

(57)【発明の名称】板厚均一性に優れた深絞り用熱延鋼板の製造方法

(57)【要約】

【課題】板厚均一性に優れた深絞り用熱延鋼板の製造方法を提供する。

【解決手段】C:0.01%以下、Ti:0.001~0.2%、Nb:0.001~0.2%の一種または二種を含む鋼の鋳片を熱間圧延する際、仕上圧延の少なくとも1パスを、中心線平均粗さRaが0.05μm以上のワーカロールを用いて、40°Cの粘度が450mm<sup>2</sup>/s未満の粘性を有する潤滑油を、ウォーター・インジェクション方式により、その油量を0.2~10ml/m<sup>2</sup>に調整して、ロールに供給する潤滑をしながら、Ar<sub>t</sub>変態点未満の温度域で圧延し、かつ、該温度域、該潤滑条件下の圧延の圧延率の合計が50%以上となるように行い、その後、巻き取り工程、または、焼純工程において再結晶処理を施す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量%で、C : 0. 01%以下、Si : 2. 0%以下、Mn : 3. 0%以下、P : 0. 2%以下、S : 0. 05%以下、Al : 0. 005%以上、0. 1%以下、N : 0. 01%以下を含有し、かつ、Ti : 0. 001%以上、0. 2%以下、および、Nb : 0. 001%以上、0. 2%以下の一種または二種を含み、残部がFeおよび不可避不純物から成る鋼の鋳片を熱間圧延する際、仕上圧延の少なくとも1バスを、中心線平均粗さRaが0. 05μm以上のワーカロールを用いて、40°Cの粘度が450mm<sup>2</sup>/s未満の粘性を有する潤滑油を、ウォーター・インジェクション方式により0. 2~10m<sup>1</sup>/m<sup>2</sup>の割合でロールに供給する潤滑を施しながら、Ar<sub>1</sub>変態点未満の温度域で圧延し、かつ、該温度域、該潤滑条件下の圧延の圧延率の合計が50%以上となるように行い、その後、巻き取り工程、または、焼鈍工程において再結晶処理を施すことを特徴とする、板厚均一性に優れた深絞り用熱延鋼板の製造方法。

【請求項2】 鋼が、さらに、質量%で、B : 0. 0001%以上、0. 005%以下を含有することを特徴とする、請求項1に記載の板厚均一性に優れた深絞り用熱延鋼板の製造方法。

【請求項3】 鋼が、さらに、質量%で、Cu : 0. 01%以上、1. 5%以下を含有することを特徴とする、請求項1または請求項2に記載の板厚均一性に優れた深絞り用熱延鋼板の製造方法。

【請求項4】 再結晶処理を溶融亜鉛めっき工程にて行うことを特徴とする、請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の板厚均一性に優れた深絞り用熱延鋼板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特に、電気製品や自動車などの工業製品の製造分野において有用となり得る、板厚均一性に優れた深絞り用熱延鋼板の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】電気製品や自動車などの工業製品には、深絞り加工された鋼板が広く用いられている。そして、こうした用途に用いられる鋼板には、高いランクフォード値（平均r値、以下単に「r値」と記す）が求められることが知られている。高いr値を有する鋼板は、一般的には、鋳片を加熱後、Ar<sub>1</sub>変態点以上の温度域で圧延し、更に冷間圧延と再結晶焼鈍を行う方法によって製造されている。

【0003】しかし、近年、より安価に、こうした高r値を有する鋼板を得ることを目的に、Ar<sub>1</sub>変態点以下の温度域で、潤滑を施しながら熱間圧延を行い、従来工程における冷間圧延と再結晶焼鈍を省略する製造方法が

提案されている。

【0004】例えば、特開昭59-226149号公報には、所定の化学成分を有する鋼を、500°C以上Ar<sub>1</sub>変態点以下の温度範囲で、潤滑を施しつつ合計圧下率が50%以上の圧延を行い、その後の冷却、捲取あるいは焼鈍過程において再結晶させることにより成形性のすぐれた熱延鋼板を得る発明が開示されている。また、特開昭61-3845号公報には、C≤0. 2重量%の炭素鋼をAr<sub>1</sub>+100°C以下、Ar<sub>1</sub>以上の温度域で、合計圧下率が少なくとも35%以上の圧延を行った後、摩擦係数μが0. 2以下の条件で合計圧延率が50%以上の圧延を行い、その後再結晶処理を行うことにより深絞り性のすぐれた鋼板を得る発明が提案されている。

【0005】しかるに、前者には、単に潤滑を施しつつ圧延を行うとの記載があるのみで、実際の鋼板製造に欠かせない具体的な潤滑の実施方法が示されていない。また、後者には、摩擦係数を0. 2以下にする圧延方法として、大径ロールの使用、低温・高速・軽圧下圧延、バス間冷却などの対策が効果的であるとの開示があるが、こうした対策は、従来の圧延設備の変更や、生産性の低下を伴うものであるから、却って製造コストの上昇を招き、冷間圧延と再結晶焼鈍工程を省略したことによる経済的な効果が減じられてしまう恐れがある。また潤滑剤に関する記載は全く見当たらない。

【0006】一方、特開平4-263022号公報には、所定の化学成分を有する鋼を、Ar<sub>1</sub>変態点未満500°C以上の温度域で、少なくとも1バスをグリース基潤滑剤を0. 25~5. 0g/m<sup>2</sup>ロールに塗布する潤滑条件の下で、かつ、Ar<sub>1</sub>変態点未満の全圧下率が60%以上の仕上げ圧延を行った後、巻取工程またはその後の焼鈍工程において再結晶処理する深絞り性に優れた熱延鋼板の製造方法が示され、潤滑剤に関する具体的な記載がなされている。しかし、グリース基の潤滑剤を用いるためには、やはり圧延設備の変更が必須であり、製造コストの上昇は必然的であると言える。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の製造方法の内の冷間圧延と再結晶焼鈍工程を省略して安価な製造コストとしながらも、高いr値を有する熱延鋼板が得られるとする提案には、最も重要な技術要素である潤滑方法に関する記載が全くないか、あっても設備や生産性に影響を与えるものであり、より安価に、深絞り性に優れた鋼板の提供を可能にするという社会的要請に十分応え得ているとは言い難い。

【0008】また、より高品位な鋼板に対する需要が高まっている状況下において、熱延鋼板を冷延鋼板に換えて用いるためには、r値の高さのみではなく、冷延鋼板と同等の板厚の均一性も求められる。一般に、潤滑を施しながら熱延を行うと、通板制御の困難さが増すため、板厚の不均一さも増大し、それが深絞り成形後の製品形

状にも影響を与える懸念が持たれていた。従って、板厚の均一性を損なわないような潤滑圧延としなければならないが、そうした視点にまで踏み込んで熱延鋼板の製造方法を検討した例は見当たらない。

【0009】そこで、本発明は、まず、従来の熱間圧延設備と生産性を犠牲にすることなく、従って、冷間圧延と再結晶焼純工程を省略したことによる製造コストの低減効果を減じることなく、高い $r$ 値を有し、併せて、冷延鋼板並みの板厚均一性をも備えた熱延鋼板を製造する方法を提供することを目的とするものである。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、こうした目的のためになされたものであり、C: 0.01%以下、Si: 2.0%以下、Mn: 3.0%以下、P: 0.2%以下、S: 0.05%以下、Al: 0.005%以上、0.1%以下、および、N: 0.01%以下を含有し、かつ、Ti: 0.001%以上、0.2%以下、および、Nb: 0.001%以上、0.2%以下、の一種または二種を含み、残部がFe、および、不可避不純物から成る鋼の鋳片を熱間圧延する際、仕上圧延の少なくとも1バスを、中心線平均粗さRaが0.05μm以上のワーカロールを用いて、40°Cの粘度が450mm²/s未満の粘性を有する潤滑油を、ウォーター・インジェクション方式により、その油量を0.2~10ml/m²に調整して、ロールに供給する潤滑を施しながら、Ar, 変態点未満の温度域で圧延し、かつ、該温度域、該潤滑条件下の圧延の圧延率の合計が50%以上となるようを行い、その後、巻き取り工程、または、焼純工程において再結晶処理を施すことを特徴とする、板厚均一性に優れた深絞り用熱延鋼板の製造方法を要旨とするものである。

【0011】また、上記の化学成分に加えて、0.001%以上、0.005%以下のBを二次加工脆性の改善の目的で、更に、0.01%以上、1.5%以下のCuを高強度化の目的で必要に応じて含有させた鋼板の製造方法、および、再結晶処理を溶融亜鉛めっき工程にて行うこととした当該製造方法も要旨とするものである。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】本発明者らの調査によれば、一般的な熱間圧延機にはウォーター・インジェクション方式の潤滑剤供給装置が装備されていることが多い。本発明において、用いる潤滑媒体を液体とし、その供給をウォーター・インジェクション方式としたのは、こうした設備をそのまま使用し、特別に設備改造をすることなく本発明で提案する製造方法を実行可能なものとするためである。

【0013】また、望ましい鋼板の化学成分や圧延条件、および、潤滑剤の条件などは以下の実験結果に基づいて限定した。実験は、図2に模式的に示す潤滑剤の供給装置と圧延装置を用いて行った。

【0014】圧延実験に先立って、まず潤滑油の粘度について検討した。潤滑油、および、キャリア水の温度を40°Cとし、様々な粘度を有する潤滑油を用いてロールに潤滑剤を連続して噴射し濃度の安定性を調べる実験を行った。潤滑剤の噴射開始後5分毎に10回、各々100mlをノズル直近で採取して濃度を分析し、10回全てにおいてその変動範囲が設定した濃度の100分の5未満であれば合格として安定性を評価した。その結果、粘度が450mm²/s未満の潤滑油であれば潤滑油の種類によらず濃度の安定性は合格となった。本発明で、用いる潤滑油の粘度を450mm²/s未満としたのは、このように潤滑圧延を安定して行えるものとするためである。なお、粘度の値は、油脂の粘度の表記に汎用的に使用されている40°Cの値とした。

【0015】次に、C: 0.0025%、Si: 0.01%、Mn: 0.10%、P: 0.012%、S: 0.0095%、Al: 0.035%、N: 0.0017%、および、Ti: 0.062%を含み、残部がFe、および、不可避不純物から成る鋼片を、加熱後、750°Cで圧延し、引き続いて、750°C、3時間の再結晶処理をする実験を行った。圧延は、1バスで60%圧延するスケジュールとし、その際に使用するワーカロールの表面粗さ、噴射する潤滑剤中の油の濃度、および、全供給量を変えることにより、ロールの表面粗さと潤滑剤の条件が板厚均一性、および、鋼板 $r$ 値に及ぼす影響を調査した。

【0016】板厚の均一性は、鋼板2500mm²に付き一ヶ所の割合で20ヶ所の板厚を測定し、それらの最大値と最小値の差△tをそれらの平均値で除した値が、

30 0.125未満であれば「良」、0.125以上であれば「不良」と判定した。

【0017】その結果を、図1に示す。この図から、被圧延材の単位面積当たりに供給される油量が0.2ml/m²以上、1.0ml/m²以下であり、かつ、中心線平均粗さRaが0.05μm以上の場合に、高い $r$ 値を有し、かつ、板厚均一性が「良」の鋼板の得られることが明らかとなった。

【0018】こうした実験結果に基づき、更に鋭意検討を行って本発明を限定した。

40 【0019】まず、鋼板の化学成分について述べる。

【0020】Cは、深絞り性と密接に関わる元素であり、0.01%を超えると深絞り性を劣化させるので、その上限を0.01%とする。

【0021】Si、Mn、および、Pは各々鋼を高強度化する作用を有し、製造しようとする鋼の強度に応じて必要量を添加すればよいが、それぞれ、Si > 2.0%、Mn > 3.0%、および、P > 0.2%となると深絞り性を劣化させるので、Si: 2.0%以下、Mn: 3.0%以下、P: 0.2%以下と上限を限定した。

50 【0022】Sは、少ない程深絞り性には有利である

が、0.05%以下であれば特段問題とならないので0.05%を上限とする。

【0023】A1は、鋼の脱酸、脱窒を目的に添加するものであるが、含有量が0.005%未満ではその効果が得られず、また、0.1%を超えて含有させると延性的な劣化をもたらすので、0.005%以上、0.1%以下とする。

【0024】Nは、窒化物の生成や固溶量の増加とともに延性を劣化させるので、0.01%以下としなければならない。

【0025】Tiは、固溶C、および、固溶Nを低減させる働きを有し、r値を高めるのに非常に有効な元素である。しかし、0.001%未満では効果がなく、一方、0.2%を超えて含有させてもそれ以上の効果は得られず、鋼のコストを高めてしまう。そのため、含有量を0.001%以上0.2%以下とした。

【0026】Nbは、固溶Cを低減させ、また、仕上げ圧延前の結晶粒径を微細化する働きをするのでr値を高めるのに有効であるが、0.001%未満では効果がなく、0.2%を超えて含有させてもそれ以上の効果は期待できないので、含有量を0.001%以上、0.2%以下とする。

【0027】Bは、二次加工脆性を改善する効果を有するので、必要に応じて添加することができる。しかし、0.0001%未満では効果が得られず、逆に0.005%を超えると深絞り性に悪影響を及ぼすので、含有量は、0.0001%以上、0.005%以下とする。

【0028】Cuは、鋼を高強度化する作用を有するので、必要に応じて添加することができる。その効果は、0.01%以上の添加で得られるが、1.5%を超えると深絞り性を劣化させるので、含有量は0.01%以上、1.5%以下とする次に、圧延条件、および、潤滑条件について述べる。

【0029】熱延鋼板のr値を高めるには、圧延と再結晶処理工程を利用して集合組織制御を行い、板面に平行な{111}面を高く集積させる方法が有効である。そのためには、圧延をAr<sub>1</sub>変態点未満の温度域において行う必要がある。なぜなら、Ar<sub>1</sub>変態点以上の温度域における圧延によって形成される集合組織は、その後のγ相からα相への相変態の際にランダム化してしまうため、望ましい集合組織の形成には有効ではないからである。本発明において、圧延温度域をAr<sub>1</sub>変態点未満としたのはこのためである。一方、圧延温度域の下限は、高r値鋼板を得る目的からは存在しないが、温度の低下とともに鋼の变形抵抗が増加して圧延機の負荷を増大させるため、500°Cを下限とするのが望ましい。

【0030】圧延時に潤滑を施さないと、圧延ロールと被圧延材の間の摩擦に起因する剪断変形により、被圧延材の、特に表層部に、深絞り性に好ましくない、板面に平行な{110}面が形成されてしまうため、潤滑の

実施は不可欠である。なおかつ、既述の実験結果が示すように、使用する潤滑剤の制御のみならず、どのような表面粗さのワーカロールを用いるかも非常に重要である。

【0031】圧延時にワーカロールに対してウォーター・インジェクション方式で供給された潤滑剤中の油分は、ロール表面に油膜を形成するので、それによって圧延ロールと被圧延材の間に摩擦に起因する剪断変形が抑制されるものと考えられる。こうしたメカニズムによれば、潤滑剤中の潤滑油の濃度と潤滑剤の供給量の積によって定まる油量が所定量以上必要であること、および、油分をその表面に保持できる程度のロールの表面粗さも必要であることが推定される。詳細な検討の結果、それらは各々、油量が0.2ml/m<sup>2</sup>以上、ロールの中心線平均粗さRa(以下、単にRaともいう)が0.05μm以上であり、両者が共に満たされた場合に高r値鋼板の得られることがわかった。被圧延材の単位面積当たりの油量を0.2ml/m<sup>2</sup>以上、Raを0.05μm以上に限定したのはこうしたためである。なお、Ra

20 は、JIS B 0610の規定に基づき、ロールの幅方向の中央部分を全周に渡って測定した値を採用した。

【0032】一方、油量が多くすぎる場合には、高r値鋼板を得る目的上は問題ないものの、被圧延材の通板制御がより難儀になるため、圧延後の鋼板の形状に悪影響が発生するようになる。具体的には、油量が10ml/m<sup>2</sup>を超えて供給されると板厚の均一性が不良となる。そこで、油量を10ml/m<sup>2</sup>以下に限定した。

【0033】また、Raの上限は、高r値鋼板を得る目的上はないものの、表面疵の発生など、鋼板の表面性状を損ねる恐れがあるので、1μm以下とするのが望ましい。

【0034】なお、潤滑油の成分は、特に限定しない。鉱油や合成エスチルの他に各種化合物やポリマーなどを添加した潤滑油を用いることも本発明の要旨を損ねるものではない。

【0035】Ar<sub>1</sub>変態点未満の温度域での圧延率の合計を50%以上としたのは、これより少なくては、板面に平行な{111}面が、高r値を得るために十分な程に集積しないからである。

40 【0036】次に、再結晶処理工程について述べる。

【0037】圧延直後の鋼板は、加工組織を呈しているので、加工性を付与するために、さらには、深絞り性に有利な再結晶集合組織を形成するために、再結晶処理を行う必要がある。それは、鋼板をコイルに巻き取ることによる自己焼純法で行ってもよいし、箱型焼純炉、あるいは連続焼純炉を用いて行ってもよい。また、それらに換えて、溶融亜鉛めっき工程において行うこともできる。

【0038】

50 【実施例】本発明の実施例を比較例と共に説明する。

【0039】試験に用いた鋼片の化学組成を表1に示す。

【0040】鋼板の製造は、表1に示す鋼片を、加熱し、粗圧延した後、ウォーター・インジェクション方式で潤滑剤をロールに供給しながら仕上げ圧延を行った。その際の使用したロールのR<sub>a</sub>と潤滑条件、および、再結晶処理後の鋼板の板厚均一性の判定結果とr値を表2に示す。また、これらの表には、本発明の範囲外となる比較例を併せて記載した。

【0041】表1において、鋼A～Hは、本発明の範囲内の鋼であるが、鋼IはTi、Nbを含有しておらず、また鋼JはC含有量が0.01%を超えており本発明の範囲外の鋼である。

10  
\* 【表1】

鋼	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Nb	B	Cu	
A	0.0020	0.01	0.25	0.010	0.005	0.045	0.001	0.040	0.011	-	-	
B	0.0020	0.01	0.20	0.010	0.005	0.051	0.002	0.065	-	-	-	
C	0.0022	0.01	0.18	0.012	0.006	0.044	0.001	-	0.036	-	-	
D	0.0021	0.01	0.15	0.011	0.004	0.051	0.002	0.051	0.009	0.0004	-	
E	0.0020	1.05	1.20	0.036	0.006	0.054	0.002	0.050	0.011	0.0030	-	
F	0.0026	1.51	2.00	0.055	0.007	0.063	0.001	-	0.030	0.0018	-	
G	0.0022	0.01	0.14	0.009	0.005	0.058	0.001	0.060	-	0.0008	0.3	
H	0.0030	1.48	2.06	0.080	0.005	0.064	0.001	-	0.037	0.0022	0.9	
I	0.0025	0.01	0.19	0.014	0.008	0.039	0.001	-	-	-	-	比較例
J	0.0240	0.01	0.24	0.012	0.024	0.034	0.002	0.054	-	-	-	比較例

【0046】

※※【表2】

No.	鋼	Ar <sub>s</sub> 変態点以下 の温度域での 圧延率(%)	油量 (ml/m <sup>2</sup> )	R <sub>a</sub> (MPa)	板厚 均一性 評価	r値	
1	A	70	1.0	0.1	良	1.64	
2	A	40	1.0	0.1	良	1.20	比較例
3	B	70	0.5	0.1	良	1.56	
4	B	70	11.0	0.1	不良	1.81	比較例
5	C	70	0.25	0.06	良	1.58	
6	C	70	0.2	0.3	良	1.56	
7	C	90	11.0	0.6	不良	1.58	比較例
8	D	70	9.0	0.2	良	1.64	
9	D	70	6.0	0.05	良	1.63	
10	E	70	2.0	0.9	良	1.57	
11	F	70	0.25	0.9	良	1.51	
12	G	70	9.0	0.9	良	1.60	
13	H	70	2.0	0.5	良	1.54	
14	H	70	2.0	0.2	良	1.64	
15	H	70	11.0	1.1	不良	1.50	比較例
16	I	70	1.0	0.2	良	1.19	比較例
17	J	70	1.0	0.2	良	1.11	比較例

【0047】

【発明の効果】本発明の製造方法を用いれば、板厚均一性に優れ、かつ、高r値を有する熱延鋼板を得ることができる。また、そのために新たに潤滑装置を設置したりする必要がなく、冷延・焼鈍工程を省略した効果を減じることもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】鋼板の板厚均一性、および、r値に及ぼす潤滑剤中の油量、および、ロール表面の中心線平均粗さR<sub>a</sub>の影響を示すグラフである。

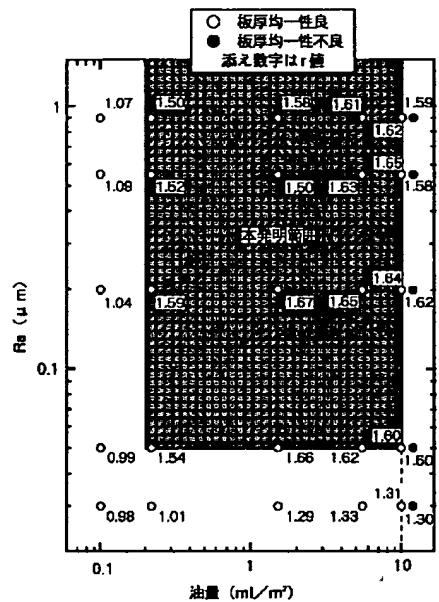
【図2】潤滑剤の供給装置と圧延装置を示す模式図である。

【符号の説明】

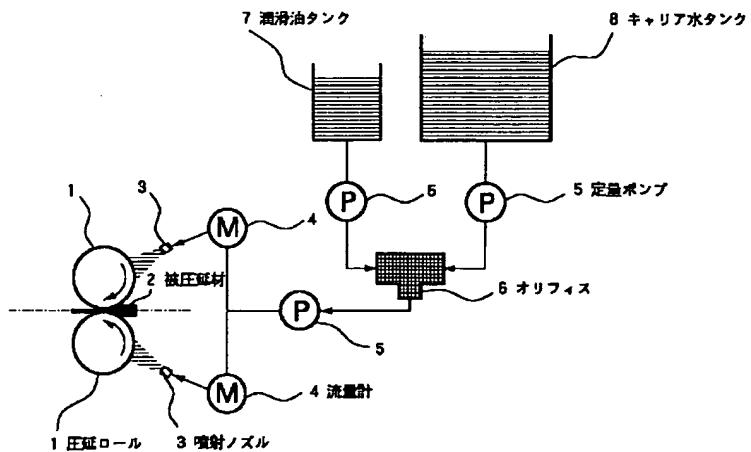
- 2 被圧延材  
3 噴射ノズル  
4 流量計  
5 定量ポンプ

- \* 6 オリフィス  
7 潤滑油タンク  
8 キャリア水タンク  
\*

【図1】



【図2】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**